

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Instituto de Química

Departamento de Química Analítica

Estado da arte do setor de água mineral no Brasil

Jéssica Teixeira de Lyra

Rio de Janeiro-RJ

2013

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

**"Sonhar mais um sonho impossível
Lutar quando é fácil ceder
Vencer o inimigo invencível...
...E assim, seja lá como for
Vai ter fim a infinita aflição
E o mundo vai ver uma flor
Brotar do impossível chão"
*Chico Buarque***

Sonhar... essa sempre foi a principal razão de eu chegar até aqui. Lutei durante muitos anos pra enfim vencer o que me parecia invencível. Durante esse tempo nunca estive sozinha, tive um amigo fiel, que quando eu mais achava que não teria forças, Ele me mostrava que era possível- Deus me fez ver o quanto é bom lutar e agora, vencer.

Vencer, não foi fácil. E quem disse que seria? Foi um caminho difícil de ser percorrido. Como diz Raul Seixas: “sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só, mas sonho que se sonha junto é realidade”. E foram eles, meus pais, que desde o início sonharam comigo, que me apoiaram na minha escolha, foram eles que acompanharam a minha caminhada, que torceram por mim, que vibraram com cada conquista. Mãe, Pai essa minha vitória também é de vocês.

Viveram esse sonho comigo pessoas muito especiais, e entre elas uma que me acompanha desde muito tempo, e que pudemos sempre contar um com outro, um verdadeiro companheiro. Tive também o apoio de minha família, em especial minha avó, prima e irmão, que mesmo sem entender nada do que eu fazia, estiveram ao meu lado sempre me apoiando.

Hoje relembro, como um filme, de cada instante que vivi no “Fundão”, a tensão pré-prova, o choro da reprovação e a alegria da aprovação. Ah, e que alegria!!! Essa compensava todos os dias de estudo. Agradeço aos amigos que ganhei durante esse período, por muitas vezes foram eles que enxugaram minhas lágrimas, que me deram incentivo pra continuar, me fizeram rir nos momentos em que o que eu mais queria era chorar, mas também que pularam comigo a cada vitória. E tenho certeza que ainda vamos comemorar muito.

“Dizem que sou louco, por eu ser assim”, como já ouvi essa frase durante a faculdade. Mas eu digo, de louco e químico, todo mundo tem um pouco. Mas eu quis ser mais, mais louca e mais química, e pra isso contei com a ajuda de excelentes mestres, contei também com alguém chamado de orientador, e como ela me orientou! Os primeiros passos da loucura (Iniciação Científica), aprendi com ela. Hoje, com esse trabalho de conclusão de curso, a minha loucura se encerra, mas sei que com isso, se inicia uma outra: a de ser química. Agora, chegou a hora da flor brotar do impossível chão.

Agradeço a todos que fizeram parte desse trabalho, e que me ajudaram para que o meu sonho se tornasse real. Em especial, ao professor Delmo, que me acolheu e me orientou. E também as funcionárias do LaDA-IQ/UFRJ, Cláudia e Aline, e Edna do IEN pelo auxílio nas análises.

RESUMO

Estudos mostram que o consumo de água mineral no mundo, e no Brasil vem crescendo com a caminhar dos anos, talvez devido a preocupação com a poluição das águas superficiais (rios, barragens e represas). Isso vem exigindo investimentos e controle da qualidade da água disponibilizada pela rede pública e, também, pelo fato de que as águas subterrâneas como as classificadas como minerais possuem efeitos medicinais benéficos para a saúde e representam um estilo de vida saudável.

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais (ABINAM), a água mineral é o terceiro produto que mais cresce no Brasil no hall de bebidas não-alcoólicas, colocando o país na 7ª posição dos maiores produtores mundiais.

Com esse crescimento do consumo de água mineral, é importante o conhecimento do estado da arte do setor no Brasil e de algumas características físico-químicos do produto comercializado no mercado brasileiro, assim como assegurar a sua qualidade e garantir a saúde e o bem-estar dos consumidores.

Desta forma, este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo apresentar considerações sobre o estado da arte da água mineral no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro, além de estudar alguns dos parâmetros físico-químicos mais importantes da água mineral. Para esse último objetivo utilizou-se amostras coletadas em três fontes, em visita *in loco* na empresa Mineração Imbaíba Ltda., localizada em Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

Para a determinação de alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio, sódio e zinco, utilizou-se a técnica de espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES). Para a determinação de sulfato, nitrato, nitrito, cloreto, fluoreto e fosfato empregou-se a cromatografia de íons (IC). Determinou-se, ainda, temperatura, pH, e a condutividade das amostras.

As águas das fontes estudadas são classificadas como água mineral natural fluoretada, de fonte hipotermal. Com base nos resultados, pode-se concluir que a água das fontes da Mineração Imbaíba é extremamente pura, apresentando uma concentração de minerais em conformidade com as legislações vigentes.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	1
1.1-Objetivos	5
1.1.1-Objetivos específicos.....	5
2- ÁGUA MINERAL.....	5
2.1- Estado da arte da água mineral.....	5
2.1.1- Produção e consumo de água mineral no mundo.....	7
2.1.2- Produção e consumo de água mineral no Brasil.....	9
2.2- Água mineral no Estado do Rio de Janeiro.....	13
2.3- Definição.....	16
2.4- Propriedades físico-químicas da água.....	18
2.4.1- Temperatura.....	18
2.4.2- Cor.....	18
2.4.3- Odor e sabor.....	18
2.4.4- Turbidez.....	19
2.4.5- pH.....	19
2.4.6- Condutividade elétrica.....	19
2.5- Classificação química das águas minerais quanto a sua composição.....	20
2.6- Principais espécies químicas presentes na água mineral e sua potabilidade.....	22
a- Alumínio.....	22
b- Cloreto.....	22
c-Ferro.....	23
d- Fluoreto.....	23
e- Fosfato.....	24
f- Nitrato.....	24

g- Nitrito.....	25
h- Sulfato.....	25
i- Cálcio e Magnésio.....	25
j- Potássio.....	26
l- Sódio.....	26
m- Zinco.....	27
3- METODOLOGIA.....	27
3.1- Coleta.....	27
3.2- Determinação analítica.....	30
3.2.1- Cromatografia de íons (IC).....	31
3.2.2- Espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma acoplada indutivamente (ICP OES).....	32
3.3- Outras determinações.....	33
3.3.1- Temperatura.....	33
3.3.2- pH.....	33
3.3.3- Condutividade elétrica.....	34
4- RESULTADOS.....	35
4.1- Cromatografia de íons (IC).....	35
4.2- Espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES).....	38
4.3- Temperatura.....	41
4.4- pH.....	42
4.5- Condutividade.....	42
5- CONCLUSÃO.....	43
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição da água no Planeta.....	2
Figura 2: Distribuição da água doce no Planeta.....	3
Figura 3: Distribuição espacial da disponibilidade hídrica.....	4
Figura 4: Mercado global de água envasada.....	7
Figura 5: As quatro maiores companhias do mercado mundial em 2004.....	8
Figura 6: Distribuição Espacial das áreas requeridas e com Portarias de Lavra no território fluminense.....	14
Figura 7: Distribuição (%) da produção envasada por Região Programa do Estado do Rio de Janeiro. Período de 2010-2011.....	15
Figura 8: Processo de mineralização da água.....	17
Figura 9: Fonte 1. Fonte Nossa Senhora da Conceição.....	28
Figura 10: Fonte 4.....	28
Figura 11: Fonte 5. Fonte dos Príncipes.....	29
Figura 12: Material usado na coleta.....	30
Figura 13: Cromatógrafo de íons Dionex DX-80.....	31
Figura 14: Espectrômetro de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES).....	32
Figura 15: Equipamento utilizado para medida de pH.....	34
Figura 16: Equipamento utilizado para medida de condutividade.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Propriedades da água.....	1
Quadro 2: Evolução da produção de água mineral brasileira.....	9
Quadro 3: Distribuição dos principais estados produtores de água mineral natural envasada- dados de 2010.....	11
Quadro 4: Classificação das águas minerais conforme Decreto-Lei 7.841/45.....	20
Quadro 5: Comprimentos de onda utilizados para análises dos elementos no ICP/OES.....	33
Quadro 6: Resultados Cromatografia de Íons.....	36
Quadro 7: Valores Máximos Permitidos pela Portaria nº 2.914/2011 e RDC nº 274/05.....	36
Quadro 8: Resultado dos metais encontrados nas amostras F1, F4 e F5. Valores em mgL ⁻¹	38
Quadro 9: Valores Máximo Permitido pela Portaria nº 2.914/2011.....	39
Quadro 10: Valores de temperaturas das amostras coletadas.....	41
Quadro 11: Classificação das fontes de água mineral quanto à temperatura.....	41
Quadro 12: Valores de pH das amostras coletadas.....	42
Quadro 13: Valores de condutividade das amostras coletas.....	42

ANEXOS

Anexo 1: Curvas Analíticas (ICP OES).....	53
Anexo 2: Laudo de Análise LAMIN.....	57

LISTA DE SIGLAS

ABAS- Associação Brasileira de Água Subterrânea

ABINAM- Associação Brasileira das Indústrias de Água Mineral

ANVISA/MS- Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral

DRM-RJ- Departamento de Recursos Minerais- Rio de Janeiro

g – grama

g/cm³ – Grama por centímetro cúbico

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICP OES - Espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado

INCTAA- Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançada

J- Joule

Kg/m³ – Quilograma por metro cúbico

km² – Quilômetro quadrado

km³ - Quilômetro cúbico

L- litro

LaDA-IQ/UFRJ- Laboratório de Desenvolvimento Analítico

m- metro

mg Pt/L – miligrama de Platina por litro

MME- Ministério de Minas e Energia

MS- Ministério da Saúde

mm Hg- milímetro de mercúrio

mL- mililitro

mgL⁻¹ – miligrama por litro

OMS- Organização Mundial da Saúde

ONU- Organização das Nações Unidas

PEBD- Polietileno de baixa densidade

RDC- Resolução de Diretoria Colegiada

uH- Unidade de escala de Hazen

UT- unidade de turbidez

VMP- Valor máximo permitido

°C- Grau Celsius

μScm^{-1} - microSiemens por centímetro

μL - microlitro

1- INTRODUÇÃO

A água é uma substância líquida, incolor, inodora e insípida, considerada o solvente universal. É constituído por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O), formando a molécula de água (H₂O). Sua composição foi proposta por Henry Cavendish, em 1784, através de experimentos que demonstravam que ela é formada pela combustão do hidrogênio. (SEITZ, 2004). No Quadro 1 a seguir estão descritas algumas de suas propriedades:

Propriedades da água	
Densidade	1000 kg/m ³ = 1g/cm ³
Ponto de fusão	0° C
Ponto de ebulição	100 °C
Calor específico	4184 J

Quadro 1: propriedades da água

A água, em qualquer dos seus estados, é uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta e cobre cerca 71% da superfície da Terra (VAITSMAN, 2005). Ela pode ser encontrada em três estados físicos: sólido (geleiras), líquido (oceanos e rios), e gasoso (vapor d'água na atmosfera).

É uma substância de fundamental importância para a vida de todas as espécies, pois cerca de 80% de nosso organismo é composto por água. Está presente nas células, no sangue e em todos os tecidos, sendo responsável pelo transporte de nutrientes em no organismo, e por regular a temperatura corporal, além de participar e permitir a ocorrência das reações químicas dos processos de digestão, absorção, circulação e excreção. O homem deve ingerir cerca de 2 litros de água por dia para realizar de forma adequada suas funções vitais, a não ingestão de quantidade suficiente causa danos ao metabolismo e pode levar um ser humano a morte (BRUNI, 1994).

Mesmo sendo essencial para a vida, a água muitas vezes é um veículo de muitas doenças parasitárias e infecciosas. Segundo a ONU as doenças provocadas por veiculação hídrica aumentam a cada ano, e estima-se que causem aproximadamente três milhões de mortes no mundo/ano (ONU,

2005 *apud* TOMASONI *et al*, 2009). Desta forma, a ingestão de água tratada ou livre de contaminações como as subterrâneas, é essencial para evitar danos à saúde.

A água, além de ser vital para o consumo humano e utilização nos centros urbanos, também é um recurso essencial para a geração de energia elétrica e para a produção de alimentos.

A superfície terrestre tem aproximadamente 510 milhões de km² e deste total 361 milhões de km² encontram-se cobertos por 1400 milhões de km³ de água. Pode-se dizer que a água é o componente em maior proporção na Terra, e essencial à vida. (VAITSMAN, 2005)

A distribuição da água na superfície terrestre se apresenta como indicado na Figura 1:

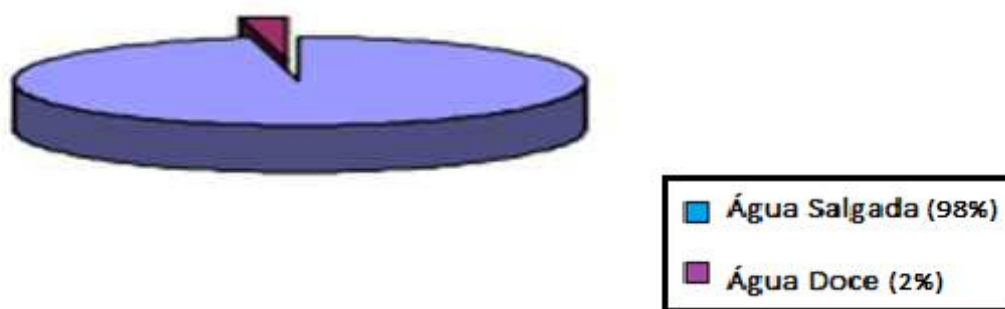


Figura 1: Distribuição da água no Planeta (Fonte: Perfil da Água Mineral)

De acordo com a Figura 1, aproximadamente 98% da água é salgada, sendo encontrada em mares e oceanos. Já a água doce, essencial para a manutenção da vida, está disponível apenas com 2% do volume total de água do Planeta. Segundo a Resolução nº 357/05 do CONAMA-MMA, a água para ser classificada como doce tem que ter salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰.

Do volume de água doce, cerca de 30% estão contidos em reservatórios subterrâneos, 70% nas calotas polares e geleiras, 0,3% nos rios e lagos, e 0,9% nos demais reservatórios (REBOUÇAS, 1999). Na Figura 2 a seguir está representado graficamente essa distribuição.

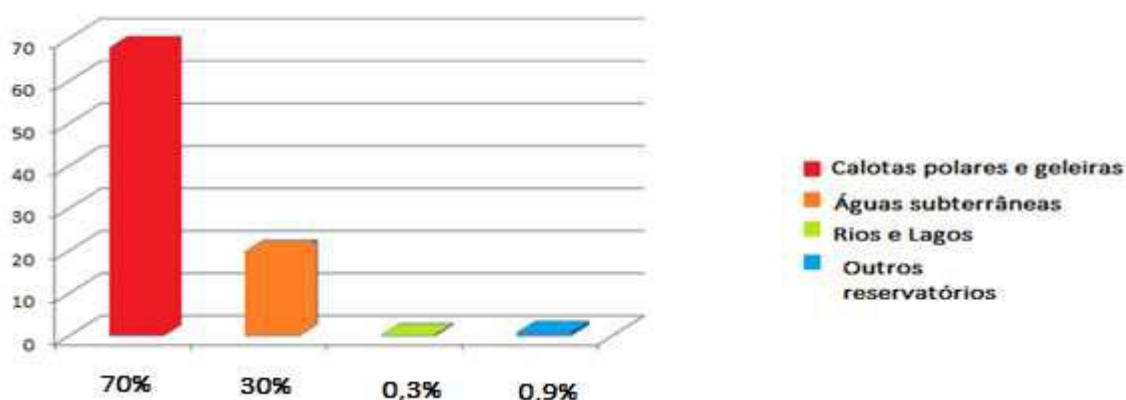


Figura 2: Distribuição de água doce na Terra (Fonte: Perfil da Água Mineral)

Dados das Nações Unidas (ONU, 2013) estimam que até 2030, metade da população mundial sofrerá escassez, moderada ou severa, de água. Ainda de acordo com a ONU (2009), em até 40 anos (2050), o planeta terá cerca de nove bilhões de habitantes. Junto com esse crescimento populacional, aumentam também questões como demanda por alimento, água e recursos minerais, aumentando também a poluição e a degradação ambiental.

O Brasil é considerado o país que possui uma das maiores reservas hidrológicas do mundo, apresentando uma situação confortável, em termos globais, em relação a seus recursos hídricos, pois possui uma das maiores e mais importantes reservas de água doce do mundo, o Aquífero Guarani, com cerca de 37 000 km³ de água (VAITSMAN, 2005).

Segundo a Associação Brasileira de Indústrias de Água Mineral (ABINAM), cerca de apenas 1% de toda água doce pode ser utilizada para o consumo humano e dos animais. E deste total, 97% são armazenadas em fontes subterrâneas, que são passíveis de aproveitamento através da perfuração de poços e captação artificial ou natural.

O grande problema é que a distribuição desses recursos hídricos não coincide com as demandas da população. Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, aproximadamente 70% da disponibilidade hídrica brasileira encontra-se na Região Norte, região que possui o menor contingente populacional, cerca de 7%, representando a menor demanda no território nacional. Já a Região Nordeste, com 29% da população, tem-se apenas 3% da água doce, é a que mais sofre com a escassez de água. O Sudeste com 43% da população possui menos de 6% da água doce de superfície (BARROS; AMIN, 2007).

Portanto, devido à preocupação com a qualidade das águas superficiais, tem-se aumentado o consumo de águas subterrâneas pela sociedade, onde se enquadram as águas minerais, objeto de estudo desse projeto de conclusão de curso, cumprindo os requisitos da disciplina IQWX01.

1.1- Objetivos

Reunir informações relacionadas ao estado da arte de águas minerais no Brasil.

1.1.1) Objetivos específicos

- Sintetizar o conhecimento científico sobre o tema.
- Determinar alguns parâmetros físico-químicos de amostras de água mineral coletada em uma empresa (Água Mineral Imbaíba Ltda.): temperatura, pH e condutividade elétrica.
- Determinar os principais ânions usando a técnica de cromatografia de cromatografia de íons (IC).
- Determinar os principais metais usando a técnica de espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplada (ICP OES).

2- ÁGUA MINERAL

2.1- Estado da arte da água mineral

Desde a antiguidade o ser humano socorre-se de elementos e substâncias da natureza, como determinadas águas, muitas vezes consideradas sagradas, miraculosas ou de poder curativo de doenças. A cultura de utilização das águas minerais data da era dos romanos, que eram amantes dos banhos termais, mais do que medida de higiene, para eles era revigorante fisicamente e proporcionava cura preventiva. Segundo relatos de Plínio, os romanos não conheceram outro médico senão o banho. Esse poder terapêutico e medicinal das águas minerais passou a ser estudado pela Crenologia.

A regulamentação do comércio das águas minerais aconteceu no século XVII, no império de Henri IV, em maio de 1605. Entretanto, só ao longo do século XIX ocorre verdadeiramente a indústria de envasamento de água mineral. O incremento dos transportes, em especial as ferrovias, fez com que a exportação da água mineral tornar-se possível.

A introdução das máquinas de encher frascos e o surgimento dos frascos de vidro, facilitaram o envasamento. Desse modo, a indústria da água mineral cresce e surgem as grandes marcas de água mineral.

A água mineral era vendida nas farmácias pelo reconhecimento de suas funções medicinais. Suas funções terapêuticas eram também reconhecidas pela igreja que creditava à água mineral uma função milagrosa, por isso protegia as fontes com um santo, dando a essas fontes nomes também de santos. O surgimento das embalagens plásticas, no fim dos anos 1960 deu um novo impulso à indústria da água mineral. (RS, Imprensa, 1999 *apud* Macêdo, 2007; VAITSMAN, 2005).

No Brasil a cultura de utilização de água mineral com fins terapêuticos permaneceria até meados da década de 1970, quando então se iniciou o processo de ampliação do envase de águas minerais, com a finalidade de ingestão de um produto potável.

De acordo com Relatório Técnico- Perfil da Água Mineral do Ministério de Minas e Energia (MME, 2009), a produção de água envasada no Brasil iniciou-se em 1911 nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. A cidade de São Lourenço, em Minas Gerais, foi a primeira do país a receber uma linha de produção de água, para a marca que leva o nome do município. As primeiras garrafas de vidro foram comercializadas em 1890, com rótulos de papel colados manualmente. Em 1999, a empresa foi comprada pela Nestlé Waters.

Segundo o Ministério da Agricultura, o Estado de São Paulo, que hoje é o maior produtor de água mineral do Brasil, só iniciou suas atividades de envase em 1921. Em seguida, os Estados de Paraná, Rio Grande do Sul, Pernambuco, Espírito Santo, Santa Catarina, Bahia e Ceará também deram início às atividades.

2.1.1- Produção e consumo de água mineral no mundo

A expansão do setor de água mineral é uma tendência mundial. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Químicas (ABINAM), em 2007, pela primeira vez, o consumo do segmento de águas superou mundialmente o de refrigerantes e, em 2008, fechou o ano com um volume superior a 210 bilhões de litros, correspondente em valor a mais de US\$ 100 bilhões.



Figura 4: Mercado global de água envasada (Fonte- Zenith Internacional)

De acordo com Jason Holway, consultor da Zenith Internacional, o mercado mundial de águas envasadas encontra-se em contínua expansão. Como mostrado na figura 4, em 1999 tinha-se um volume de 106 milhões de litros envasados, e esse volume subiu para 165 milhões em apenas 5 anos, o que representa um aumento anual de aproximadamente 6%. O setor envolve e movimenta altas quantias de dinheiro. Segundo a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2010) estima-se que a produção de água mineral no mundo movimente entre US\$ 20 bilhões e US\$ 30 bilhões por ano (MME, 2009).

Isso se deve ao fato de que a água passou a ser considerada a bebida em maior sintonia com valores atuais de consumo. A principal razão de se comprar água mineral é a desconfiança da água potável distribuída pelas empresas responsáveis. Porém outros fatores que podem motivar a compra são os benefícios esperados, tais como: hidratação, saúde, complemento alimentar, renovação do organismo, entre outros. (SILVA *et al*, 2005 *apud* GUERRA,2009).

Beber água, especialmente água mineral natural, tornou-se um hábito consciente, não apenas pela contribuição dos minerais à nutrição e à saúde, mas também pela imagem de pureza, juventude e bom gosto que se atribui a quem a consome (ÁGUA & VIDA, 2009).

Em 2009, os Estados Unidos consumiram 30,8 bilhões de litros de água engarrafada, seguido pela China, com 23,7 bilhões de litros, e pelo México com 16,6 bilhões de litros. A China é o país com maior taxa de crescimento anual do consumo, seguido pelos EUA e Indonésia, sendo o Brasil o quinto país que mais cresce nessa estatística. Segundo dados da consultoria Beverage Marketing Corporation, em 2011, o mercado mundial de águas minerais engarrafadas foi de 232 milhões de litros, valor 9% superior se comparado a 2010. Os países que apresentam maior consumo estão localizados na América do Norte (Estados Unidos e México), Oeste Europeu e Ásia, destacando-se China e Tailândia (MME, 2009).

Internacionalmente, as quatro maiores empresas do setor são a Nestlé, Danone, Coca-Cola e Pepsico. No ano de 2009 essas empresas foram responsáveis por 30% da produção mundial. Como mostrado na figura 5, a Danone e Nestlé, juntas, foram responsáveis por 24% da produção em 2004. Em seguida, tem-se a Coca-Cola com 7% e a Pepsico com 4%. O que representa um volume envasado de 152 bilhões de litros, correspondentes a um faturamento de 52 bilhões de dólares (MME, 2009).

De acordo com o Sumário Mineral (DNPM, 2012) nos últimos cinco anos, a Coca-Cola é a empresa que tem apresentado maior crescimento no mercado internacional, já a Danone vem apresentando um decréscimo em sua participação, sendo que ela era líder mundial até 2004.

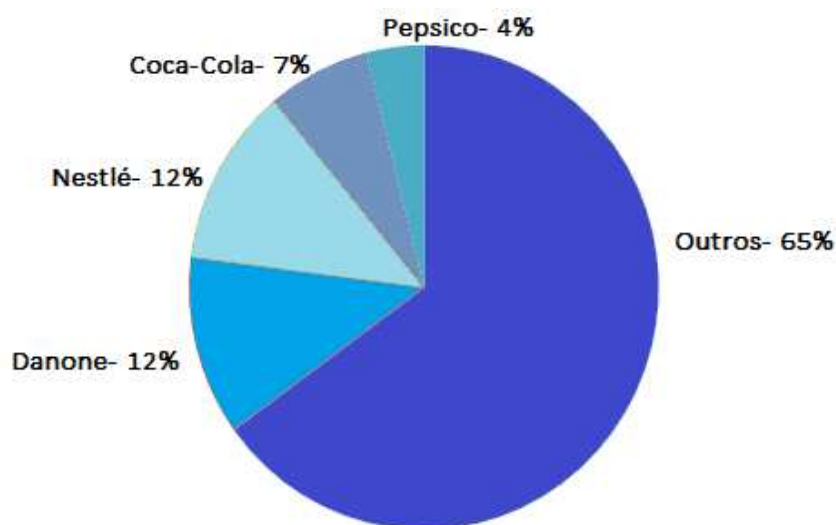


Figura 5: As quatro maiores companhias do mercado mundial em 2004.- Fonte: Perfil da Água Mineral- 2009.

2.1.2) Produção e Consumo de água mineral no Brasil

A evolução da produção de água mineral brasileira no período de 1911 a 2008, é mostrada no Quadro 2 a seguir:

Ano	Litros	Ano	Litros	Ano	Litros	Ano	Litros	Ano	Litros
1911	1.420	1929	8.121	1947	27.794	1975	427.553	1993	1.110.470
1912	1.960	1930	7.264	1948	ND	1976	378.985	1994	1.207.546
1913	2.200	1931	6.527	1959	ND	1977	446.214	1995	1.578.694
1914	2.845	1932	6.492	1960	72.240	1978	431.898	1996	1.862.411
1915	2.862	1933	7.590	1961	90.752	1979	600.464	1997	2.204.701
1916	3.172	1934	8.854	1962	80.175	1980	549.107	1998	2.617.087
1917	2.721	1935	9.989	1963	95.409	1981	541.571	1999	2.961.311
1918	3.039	1936	13.914	1964	80.696	1982	535.001	2000	3.335.764
1919	4.093	1937	15.115	1965	86.724	1983	569.425	2001	3.765.693
1920	4.385	1938	16.641	1966	107.951	1984	562.524	2002	3.998.837
1921	4.268	1939	18.941	1967	108.019	1985	622.918	2003	4.183.804
1922	5.240	1940	20.749	1968	114.378	1986	742.477	2004	4.144.305
1923	6.183	1941	22.263	1969	145.449	1987	773.139	2005	4.338.195
1924	5.167	1942	19.489	1970	125.419	1988	746.064	2006	3.894.258
1925	6.576	1943	21.191	1971	119.428	1989	821.010	2007	3.801.574
1926	6.323	1944	24.390	1972	180.609	1990	800.110	2008	4.369.8513
1927	7.519	1945	27.382	1973	244.678	1991	1.017.157		
1928	8.687	1946	28.355	1974	271.525	1992	913.919		

Quadro 2: Evolução da produção de água mineral brasileira. (Fonte: Perfil da Água Mineral, 2009)

Com o passar dos anos, o volume de águas envasadas comercializadas no Brasil vem aumentando de forma acelerada. Se em 1911 o volume produzido foi em torno de 1400 litros, em apenas 10 anos essa produção teve seu valor aumentado em 300%.

Na década de 1960, a produção brasileira de água engarrafada manteve-se estável até 1968, ano em que se iniciou uma nova fase no mercado, com o lançamento (pela empresa Indaiá), do garrafão de vidro com capacidade para 20 litros.

Observa-se um aumento na produção a partir da década de 1970, fato esse que pode ser explicado por um momento histórico em que o Brasil se encontrava, o chamado ‘Milagre

Brasileiro``, período de excepcional crescimento econômico ocorrido durante o Regime Militar. Nesse período também ocorreu a implementação da Constituição e do Código de Mineração. No início desta década tinha-se uma produção de 125.419 litros, enquanto que em 1979 já contava-se com um volume de 600.464 litros envasados, um aumento de 379%, representando o maior índice de crescimento do século XX. Nessa década também, lançou-se as garrafas plásticas de polietileno de baixa densidade (PEBD), o que facilitou o transporte e manuseio do produto pelo consumidor final.

Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a produção brasileira de água mineral cresceu continuamente entre 1995 a 2007. Entre 2001 e 2005 a taxa anual de crescimento foi de 114.500 L/ano, passando de 3,76 bilhões de litros para 4,34 bilhões. Já em 2010, segundo a Associação Brasileira de Indústria de Águas Minerais (ABINAM), o valor da produção brasileira de água engarrafada foi de 9,8 bilhões de litros, um valor que representa um aumento de 13% quando comparado a 2009 (8,7 bilhões de litros).

De acordo com o Relatório Anual de Água Mineral do DNPM, no final de 2009, havia 970 concessões de lavra de água mineral em todo o país, indicando um crescimento de 57% nos últimos oito anos. Em 2010 esse número subiu para 987, o que representa um crescimento anual de 1,72%. Ao fim de 2011 foram publicadas 37 novas concessões. Por conta desse crescente consumo de água mineral, nos centros urbanos já se encontra dificuldade para o recebimento de uma concessão de lavra para uso de água mineral.

Nos últimos três anos (2009, 2010 e 2011), dados disponíveis no Sumário Mineral do DNPM, os estados que mais se destacaram na produção de água mineral engarrafada foram São Paulo (19% da produção), Pernambuco (14%), Bahia (8%), Rio de Janeiro (7%) e Minas Gerais (6%). O estado de São Paulo concentra a maior produção de água mineral da Região Sudeste. Em 2007, essa produção correspondeu a 33,2% da produção nacional. Porém de acordo com Agência Nacional de Águas, há uma variação em relação aos valores apresentados acima, como mostra o Quadro 3 a seguir:

Ranking nacional de estados produtores ou envasadores	
São Paulo	39,0%
Pernambuco	10,0%
Minas Gerais	8,8%
Rio de Janeiro	6,0%
Paraná	4,7%
Rio Grande do Sul	4,0%

Quadro 3: Distribuição dos principais estados produtores de água mineral natural envasada- dados de 2010. (Fonte: Dados da ANA, Panorama 2012-DRM-RJ)

O Estado de São Paulo se destaca como o principal envasador/produtor de água mineral nacional, conforme dados da ANA e do DNPM. Também de acordo com as duas fontes, a Região Sudeste é responsável pela maior produção de água mineral do país.

De acordo com o Sumário Mineral de 2009, a indústria brasileira de água mineral está representada basicamente por quatro grandes grupos empresariais que são: Grupo Edson Queiroz, Schincariol, SPAL (Coca-Cola- FEMSA) e Nestlé Waters Brasil. Em 2008, essas empresas foram responsáveis por 23,5% da produção brasileira de água mineral. Os restantes 76,5% estão representados por centenas de médias, pequenas e micro empresas (DNPM, 2009).

O Brasil no ano de 2009 exportou 1.136.555 litros de água mineral, que tiveram como principais destinos França (52%), Itália (36%), Uruguai (10%), Portugal (2%) e Japão (1%). Em 2010, esse número cresceu para 1.215.000 litros, e em 2011 houve um aumento de 779.146 litros, distribuídos da seguinte forma: França (47%), Itália (46%), Noruega (6%) e Estados Unidos (1%) (DNPM, 2010).

A água mineral vem sendo um dos bens minerais de maior aproveitamento pela sociedade ao longo dos anos, isso porque em várias regiões do país a água oferecida pelos serviços de abastecimento público não tem a confiança da população, por não se tratar de uma água de boa qualidade. Em pesquisa desenvolvida pelo Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas (INCTAA) constatou-se que a água disponível nas torneiras de 16 capitais brasileiras contém substâncias ainda não legisladas, mas que podem ser potencialmente prejudiciais à saúde. (ÁGUA & VIDA, 2013).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2008), 6,3% das mortes no mundo são causadas por doenças decorrentes da má qualidade da água. Já no Brasil, essa taxa é de 2,3%, o que representa aproximadamente 28 mil mortes por ano.

Mesmo com o crescimento no consumo de água mineral, o mercado interno brasileiro no ano de 2007 consumiu 35 litros *per capita*, considerado um índice muito baixo quando comparado ao de outras nações, segundo dados da Associação Brasileira de Indústria de Água Mineral (ABINAM). Esse número revela um grande potencial de crescimento e desenvolvimento do mercado. Atualmente as empresas produtoras de água mineral vêm propondo mudanças de hábito do consumidor, estimulando-os a um maior consumo diário, principalmente através de ações de marketing. (ÁGUA & VIDA, 2009)

De acordo com levantamento feito pela consultoria inglesa Zenith Internacional, dados revelam que Estados Unidos, Portugal e Áustria registram no mesmo período, consumo de 100 litros *per capita/ano*. Já Alemanha, Suíça e Espanha tem um consumo de 125 litros *per capita/ano*.

O consumo de água mineral no Brasil tem crescido rapidamente nos últimos anos e a tendência é de continuar esse crescimento. Em 2008, o Brasil foi o quarto maior consumidor de água mineral, logo atrás dos Estados Unidos, México e China.

De acordo com dados da pesquisa Nielsen, a água mineral liderou o *ranking* de vendas no primeiro bimestre de 2011 com alta de 32,7%. Ainda conforme essa pesquisa, esse crescimento das vendas foi impulsionado pela venda de embalagens de 20 litros no Nordeste. Pernambuco é o segundo maior consumidor do país, seguido de São Paulo.

Atualmente no Brasil, os garrafões retornáveis de 20 litros representam a maior parcela da produção e consumo de água mineral. Dados da ABINAM projetam uma produção envasada anual que superam os oito bilhões de litros envasados em 2010, com um consumo *per capita* de 42 L/ano (ABINAM, 2011).

A utilização de garrafões é considerada mais prática tanto para o consumidor, quanto para o fornecedor, pois além de comportarem um volume grande de água, eles são retornáveis e necessitam apenas de limpeza e troca de rótulo, tampas e lacres. Segundo a Portaria nº 387/08 do DNPM, é permitido o reenvase de vasilhames plásticos retornáveis exclusivamente em volumes de capacidade nominal de 10 ou 20 litros.

2.2- Água Mineral no Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro é litologicamente constituído basicamente por rochas cristalinas, e a água que aflora dessas rochas possui um valor baixo de sólidos totais dissolvidos, conferindo a ela um paladar agradável, sensação de leveza, sendo uma água típica para consumo humano. Por possuir um alto índice de precipitação pluviométrica o Estado possui uma boa condição para ocorrência de águas minerais (DRM-RJ, 2012).

Segundo dados do DNPM, o Estado do Rio de Janeiro está no ranking dos maiores produtores de água mineral natural, até junho de 2012 haviam sido cadastrados um total de 377 requerimentos para pesquisa de água mineral no estado. Um número consideravelmente alto quando comparado aos dados de abril 2005, em que foram cadastrados 80 requerimentos de pesquisa.

Em pesquisa feita pelo DRM-RJ (2012), o Estado do Rio de Janeiro é o 3º produtor nacional de águas minerais, o que corresponde a cerca de 481,3 milhões de litros envasados em 2010/2011. Esse dado também é confirmado pelo Sumário Mineral (DNPM, 2012), que diz que o ERJ produziu/ envasou 7% da produção nacional em 2010, e 8% em 2011, o que também coloca o estado na terceira posição do ranking nacional.

No Figura 6, o mapa está representando a distribuição espacial das áreas requeridas e com Portarias de Lavra no território Fluminense.

De acordo com o mapa pode-se observar que os requerimentos de pesquisa (em vermelho) e as concessões de lavra (em verde) estão distribuídos por todo o território fluminense, o que caracteriza uma grande expansão na exploração dos recursos minerais, gerando um crescimento na produção. Ainda de acordo com o mapa é possível observar que as áreas de maior concentração fabril são Região Metropolitana, Baixada Litorânea, e Serrana.

Segundo dados mostrados no Panorama Mineral do Estado do Rio de Janeiro- 2012, o consumo de água mineral no estado é superior a 600 milhões de litros por ano. O Estado é considerado autossustentável na produção e consumo do produto envasado em galões de 20 litros. Por outro lado, o estado ainda importa aproximadamente 35% do que é consumido em embalagens descartáveis.

Em 2009, o parque produtor fluminense era composto por 50 empresas ativas, sendo envasados 380 milhões de litros de água mineral. Atualmente (dados de 2010/2011) existem 55 empresas em operação regular, como mostrado na figura 6, em azul. Deste total, 36 empresas envasam somente garrafões de 20L e/ou 10L; 16 envasam embalagens descartáveis com volume variando de 2L a 200mL, e garrafões de 20L; e somente 3 empresas operam exclusivamente com embalagens descartáveis. (DRM-RJ, 2012)

O gráfico na Figura 7 mostra a distribuição da produção envasada no período de 2010-2011 de águas minerais nas Regiões do Estado do Rio de Janeiro:

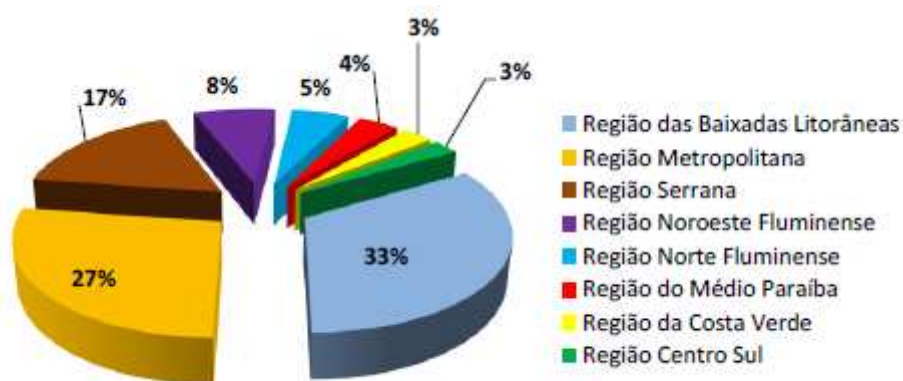


Figura 7: Distribuição (%) da produção envasada por Região Programa do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: DRM-RJ.

De acordo com a Figura 7, a Região das Baixadas Litorâneas e Região Metropolitana apresentam os maiores níveis de produção, somando 60,6% da produção envasada no Estado do Rio de Janeiro. Em seguida, tem-se a Região Serrana com 17% da produção.

Dados do DRM-RJ mostram que o município de Cachoeira de Macacu é responsável por 82,3% da produção de água mineral na Região das Baixadas Litorâneas. Na Região Metropolitana, Magé e Guapimirim correspondem por 66,6% da produção, e por último Seropédica onde as citadas amostras para a realização deste trabalho foram coletadas, é responsável por 0,15%.

O Parque Produtor de águas minerais do Estado do Rio de Janeiro é considerado como um bom posto de trabalho, gerando cerca de 1.000 empregos formais, sendo que na maioria das regiões o setor de água mineral é uma das únicas formas de atividade industrial.

2.3- Definição e mineralização

As águas minerais brasileiras são classificadas de acordo com o Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7841/45, de 8 de agosto de 1945). Como definido em seu art. 1º:

“águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas de águas comuns, com características que lhes confiram uma ação medicamentosa”.

De acordo com a Resolução RDC nº 274 de 22 de setembro de 2005 do Ministério da Saúde, define-se como água mineral natural: a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais.

A água mineral é essencialmente uma água subterrânea. As águas superficiais, de manancial superficial como rios, lagos, córregos e represas, não podem ser classificadas como minerais, devido aos perigos de contaminação. Consideram-se como subterrâneas todas as águas existentes abaixo da crosta terrestre que preenchem cavidades, fissuras, poros, falhas e fraturas que constituem o perfil geológico das rochas que formam os aquíferos (VAITSMAN, 2005).

As águas naturais possuem, em diferentes graus, um conjunto de sais em solução, sendo que as águas subterrâneas, por estarem mais expostas aos materiais solúveis presentes no solo e nas rochas apresentam teores mais elevados dos que as águas superficiais. A composição química (quantidade e tipo de sais presentes) de uma água é um fator que depende do contato e da sua capacidade de solubilizar rochas e minerais com os quais interage durante todo o percurso, da infiltração à ressurgência. As águas classificadas como minerais por atingirem maior profundidade se diferenciam das demais subterrâneas, essa maior infiltração fornece condições físico-químicas especiais à água.

O processo de mineralização da água mineral ocorre a partir da infiltração da água da chuva e de seu aprisionamento em lençóis subterrâneos. A água penetra no solo e vai atravessando várias rochas minerais, nesse trajeto os sais minerais presentes nessas rochas são dissolvidos na água, enriquecendo-a e fazendo que adquira propriedades medicinais. Quando a água acumulada no subterrâneo sofre pressão de um novo volume d'água, ela sobe para a superfície e aflora em locais específicos. O lugar onde a água aflora é chamado nascente. A Figura 8 a seguir mostra esse processo de mineralização da água.

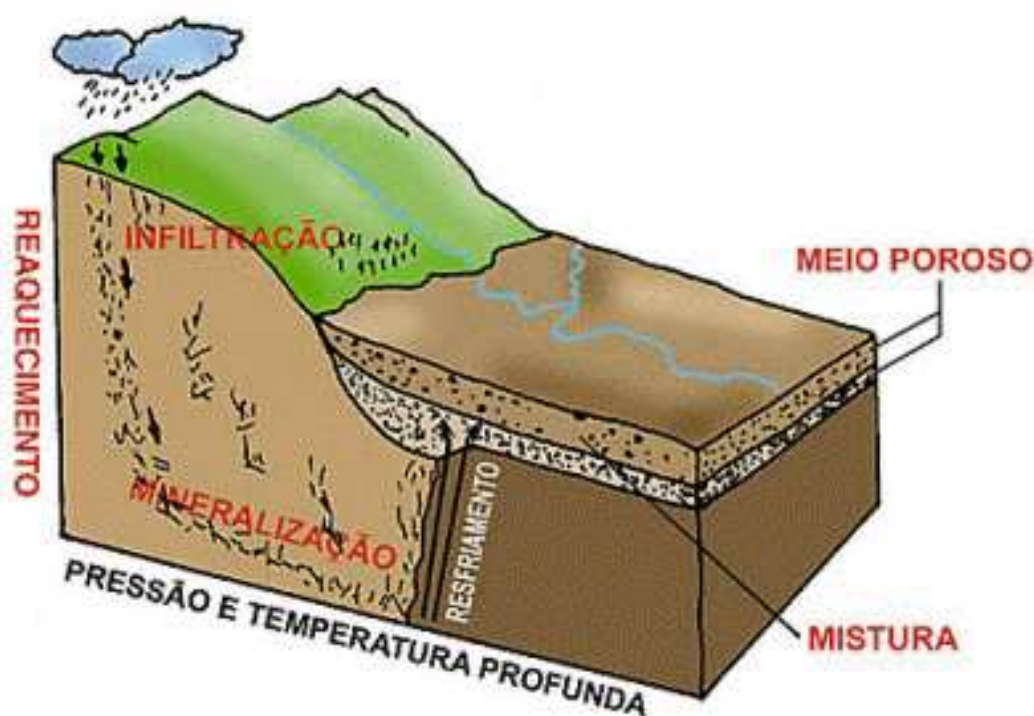


Figura 8: Processo de mineralização da água.

Por conta das diferenças geológicas, a água mineral pode apresentar variações grandes em sua composição química conforme o local de onde é retirada, ou seja, não existe nenhuma água mineral com composição idêntica.

2.4- Propriedades físico-químicas da água

Neste item serão explicadas as principais propriedades físico-químicas da água, bem como seus padrões de potabilidade. (VAITSMAN, 2005).

2.4.1- Temperatura

As águas subterrâneas não sofrem influência de variações da temperatura atmosférica, exceto lençóis freáticos rasos. Já a profundidade tem grande influência, visto que a cada 30 m, há um acréscimo de 1°C.

2.4.2- Cor

A cor da água é resultado da presença de substâncias dissolvidas, como por exemplo cátions de ferro e/ou manganês, decomposição de matéria orgânica. Para águas minerais o valor máximo permitido pela RDC nº 274/2005 é de 3,0 uH.

2.4.3- Odor e Sabor

São fatores que resultam de causas naturais (algas; vegetação em decomposição; bactérias; fungos; compostos orgânicos, tais como gás sulfídrico, sulfatos e doretos) e artificiais (esgotos domésticos e industriais). O padrão de potabilidade exige água completamente inodora.

2.4.4- Turbidez

Turbidez é o grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessar uma camada de água, devido à presença de sólidos em suspensão, tais como: areia, silte, argila, detritos orgânicos, bactérias e algas, plâncton em geral, etc.

A turbidez das águas naturais superficiais é decorrente do carreamento de solos (processos erosivos em estações chuvosas), esgotos sanitários e efluentes industriais e fontes difusas (áreas urbanas e rurais)

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde o limite máximo de turbidez em águas potáveis é 5 UT (Unidade de turbidez). Já em águas minerais é de 3 UT, de acordo com a RDC nº 274/2005-ANVISA.

2.4.5- pH

O pH é o símbolo para a grandeza físico-química denominado potencial hidrogênionico. É um índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução e varia em uma escala de 0 à 14 na escala de Sorensen, a 25°C.

Os valores de pH da água mineral são variáveis, devido ao contato da água com as rochas durante o processo de mineralização.

2.4.6- Condutividade elétrica

É definida como a capacidade que uma água possui de conduzir corrente elétrica e está relacionada com a presença de íons na água. Íons são partículas carregadas eletricamente, portanto, quanto maior a concentração de íons, maior a condutividade. Ela pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas e é expressa em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A condutividade elétrica tem relação proporcional ao teor de sais dissolvidos na água. Os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonatos, sulfatos e cloretos.

2.5- Classificação química da água mineral quanto a sua composição química

No Brasil a classificação de águas minerais obedece aos critérios descritos pelo Decreto-Lei nº 7841/45 denominado Código das Águas Minerais. Em seu art.35 o Decreto-lei as águas minerais podem ser classificadas quanto sua composição química, conforme Quadro 4.

I. Oligominerais	quando, apesar de não atingirem os limites estabelecidos neste artigo, forem classificadas como minerais pelo disposto nos 2 e 3 do art. 1º da presente lei.
II. Radíferas	quando contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuam radioatividade permanente.
III. Alcalino-bicarbonatas	as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalente, no mínimo, a 0,200g de bicarbonato de sódio.
IV. Alcalino-terrosas	as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos terrosos equivalentes no mínimo a 0,120 g do carbonato de cálcio, distinguindo-se: alcalino terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo 0,048 g de catione Ca, sob a forma de bicarbonato de cálcio; alcalino terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,30 g de catione Mg, sob a forma de bicarbonato de magnésio.
V. Sulfatadas	as que contiverem, por litro, no mínimo 0,100 g de anionte SO_4^{2-} , combinado aos cationes Na, K e Mg.
VI. Sulfurosas	as que contiverem, por litro, no mínimo 0,001 g do anionte S^{2-} .
VII. Nitradas	as que contiverem, por litro, no mínimo 0,001 g do anionte NO_3^- , de origem mineral.
VIII. Cloretadas	as que contiverem, por litro, no mínimo 0,500 g do NaCl (cloreto de sódio).

IX. Ferruginosas	as que contiverem, por litro, no mínimo 0,500 g do cátion Fe.
X. Radioativas	<p>as que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites:</p> <p>fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre cinco e dez unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;</p> <p>radioativas, as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre dez e 50 unidades Mache por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;</p> <p>fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;</p>
XI. Torioativas	as que possuírem um teor em torônio em dissolução, equivalente em unidades eletrostáticas, a duas unidades Mache, por litro, no mínimo.
XII. Carbogásosas	as que contiverem, por litro, 200 mL de gás carbônico livre dissolvido, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

Quadro 4: Classificação das águas minerais conforme Decreto-Lei nº7.841/45

Conforme o Decreto-Lei 7.841/45:

§ 1º As águas minerais deverão ser classificadas pelo DNPM de acordo com o elemento predominante, podendo ter classificação mista as que acusarem na sua composição mais de um elemento digno de nota, bem como as que contiverem íons ou substâncias raras dignas de notas (águas iodadas, arseniadas, litinadas, etc.).

§ 2º As águas classe VII (nitradas) e VIII (cloretadas) só serão consideradas minerais quando possuírem uma ação medicamentosa definida, comprovada conforme o § 3º do art. 1º da presente lei.

2.6- Principais espécies presentes na água mineral e sua potabilidade

a) Alumínio

O alumínio é um dos poucos elementos abundantes na natureza que parecem não apresentar nenhuma função biológica significativa.

A ingestão de alumínio pode acontecer através da comida, do ar e contato com a pele. A ingestão por muito tempo de alumínio em concentrações altas pode levar a sérios problemas de saúde como: demência, danos ao sistema nervoso central, perda de memória, dores musculares, cólicas, fraqueza e impotência. Segundo a Organização Mundial da Saúde, atualmente se entende que a dose semanal tolerável é de 1 mg de alumínio por quilograma de massa corporal.

O VMP estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 é de $0,2 \text{ mgL}^{-1}$

b) Cloreto

Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, em concentrações variáveis. As águas de montanha e de terras altas têm normalmente baixo teor, enquanto as águas dos rios e subterrâneas podem possuir quantidades apreciáveis. Os mares e oceanos possuem teores elevados de cloreto.

Altas concentrações do íon cloreto na água podem trazer restrições ao seu sabor, provocando sabor “salgado”. O padrão de potabilidade para esse íon é de 250 mgL^{-1} , determinado pela Portaria nº 2.914/2011-MS.

A tolerância dos seres humanos para com os cloretos varia com o clima e hábitos. Nas zonas áridas e quentes, as concentrações de cloretos na água podem chegar até 100 mgL^{-1} sem nenhum efeito fisiológico adverso. Os efeitos laxativos dos cloretos geralmente aparecem naqueles indivíduos que estavam acostumados a baixas concentrações.

b) Ferro

O ferro encontra-se presente em quase todas as águas subterrâneas em baixos teores. Caso esteja presente em alta quantidade pode sofrer oxidação a Fe^{3+} , que ao se hidrolisar a óxido férrico hidratado, confere cor e sabor desagradável à água.

No organismo tem como principal função contribuir para a formação da hemoglobina pela medula óssea, além de transporte de oxigênio participa na formação de enzimas e é um dos principais componentes dos glóbulos vermelhos e células musculares. Ajuda no crescimento de crianças e aumenta a resistência às doenças.

A deficiência de ferro pode causar fadiga muscular, estomatite, e anemia. É absorvido pelos seres vivos principalmente através dos alimentos e pela água. Porém é tóxico em teores elevados, ao se acumular nos tecidos pode causar a doença hemocromatose.

O VMP estabelecido pela Portaria nº 2.914/2011-MS é de $0,3 \text{ mgL}^{-1}$, e pela Resolução do Conama nº 357/05-MMA o teor máximo também é de $0,3 \text{ mgL}^{-1}$.

d) Fluoreto

O fluoreto é uma espécie química adicionada à água em sistemas públicos de distribuição. A fluoretação é um método utilizado com a finalidade de prevenir a cárie dentária, mas em águas minerais sua ocorrência deve ser natural, sendo proibida a adição deste elemento apesar de sua importância.

O teor de fluoreto na água é variável, pois depende das características geológicas de cada região. Os fluoretos ocorrem em pequenas quantidades nas águas naturais, em geral de $0,1$ a 2 mgL^{-1} , e sua ausência não torna a água imprópria para consumo.

Caso a concentração de fluoreto ultrapasse os níveis máximos recomendados tem-se um fator de risco para a fluorose dentária (RAMIRES *et al*, 2004). A fluorose é caracterizada pelo escurecimento ou aparecimento de manchas nos dentes. De acordo com a RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005, devem constar, obrigatoriamente, no rótulo, de forma clara, destacada e precisa, as seguintes declarações:

- a) “Contém fluoreto”, quando o produto contiver mais de 1 mgL^{-1} de fluoreto;

b) “O produto não é adequado para lactantes ou crianças com até sete anos de idade”, quando o produto contiver mais de 2mgL^{-1} de fluoreto;

c) “Fluoreto acima de 2mgL^{-1} , para consumo diário, não é recomendável”, quando produto contiver mais de 2mgL^{-1} de fluoreto.

Segundo a Portaria MS n.º 2.914/2011, o valor máximo permitido (VMP) de fluoreto em águas de abastecimento público é de $1,5\text{mgL}^{-1}$.

d) Fósforo

O fósforo ocorre em águas naturais, geralmente em diferentes formas de fosfatos tais como: ortofosfatos, piro e metafosfatos e polifosfatos, e ainda fosfatos orgânicos. As formas podem estar solúveis ou em partículas ou em corpos de organismos aquáticos.

Pela resolução do Conama n.º 357/05- MMA para águas de classe 1 teor máximo de fosfato total é de $0,020\text{mgL}^{-1}$ em ambiente lântico, $0,025\text{mgL}^{-1}$ em ambiente intermediário e $0,1\text{mgL}^{-1}$ em ambiente lótico.

f) Nitrato

O íon nitrato é encontrado em águas naturais superficiais em baixos teores e em maiores concentrações em águas profundas.

De acordo com a Portaria n.º 2.914/2011- MS, o valor máximo permitido desse íon é de 10mgL^{-1} de nitrato, expresso como nitrogênio (NO_3^- -N). Já para águas minerais, de acordo com a RDC n.º 274/2005, o VMP é de 50mgL^{-1} .

Em crianças com idade inferior a seis meses, se a concentração de nitrato exceder o limite (10mgL^{-1}) pode ser fatal, pois nesses casos, o nitrato é convertido a nitrito, que se combina com a hemoglobina no sangue, formando metahemoglobina, causando a síndrome do bebê azul. O mesmo não ocorre para adultos, pois o nitrato é excretado pelos rins.

g) Nitrito

Nas águas naturais o nitrito é um potencial agente poluidor e sua presença pode ser devido à decomposição de matéria orgânica nitrogenada.

A concentração de nitrito deve ser controlada devido à possível formação de nitrosaminas carcinogênicas, pela sua reação com aminas secundárias presentes no estômago de mamíferos. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011-MS, o valor máximo permitido para água de abastecimento público é de 1 mgL^{-1} , e de acordo com a RDC nº 274/2005 o VMP para águas minerais é $0,02 \text{ mgL}^{-1}$.

A presença de nitrito pode ser devida a conversão do nitrato pela ação de algumas enzimas da saliva e bactérias específicas.

h) Sulfato

O sulfato, SO_4^{2-} , é um dos ânions mais abundantes da natureza e ocorre nas águas subterrâneas devido a dissolução de sulfatos de solos e rochas. A maior contribuição são os depósitos de sulfato como gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e anidrita (CaSO_4), e, além disso, a oxidação de matéria orgânica e os despejos industriais.

O valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/2011 é de 250 mgL^{-1} , valores acima desse limite não são recomendadas para água de abastecimento público e em águas minerais. Em concentrações elevadas confere sabor amargo a água. Teores de sulfato de magnésio além de 150 mgL^{-1} podem provocar um efeito laxativo.

i) Cálcio e Magnésio

São os principais elementos responsáveis pela dureza da água. As águas minerais no Brasil são pobres em magnésio, devido às características do solo e rochas. Este componente é essencial para o organismo humano produzir energia e a sua deficiência pode gerar diabetes, hipertensão, obesidade e doença cardíaca.

Já o cálcio é essencial para o organismo humano, sendo responsável por ossos e dentes saudáveis. Promove a saúde do sistema cardiovascular e age como tranquilizante natural, mas teores elevados podem interferir na absorção de outros nutrientes, como o ferro, o potássio e o zinco.

Para atender ao padrão de aceitação para consumo, estabelecido pela Portaria nº 514/04-MS, o VMP para a dureza da água é de 500 mgL⁻¹.

j) Potássio

O íon potássio ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas, isso é devido ao fato de sua fixação pelas argilas e absorção pelos vegetais.

Sua carência nos humanos pode causar: acne, prisão de ventre, depressão, cansaço, problemas de crescimento, insônia, fraqueza muscular, nervosismo, dificuldades respiratórias, câimbras, retenção de sal e batimentos cardíacos fracos.

Seu excesso (em nível de nutriente), a hipercaliemia ou hiperpotassemia, nos humanos pode causar: fraqueza e dificuldade na articulação das palavras.

Apesar de sua importância o valor máximo permitido (VMP), não é especificado nas portarias nº 2.914/2011-MS, nem na RDC nº 274/2005.

l) Sódio

O íon sódio, muito abundante na natureza, é encontrado com frequência nas águas subterrâneas, onde estão incluídas as águas minerais.

No organismo ele é necessário para manter o equilíbrio eletrolítico dos fluidos celulares junto com o potássio. A carência dele pode causar confusão mental, fraqueza, desidratação, baixa taxa de açúcar no sangue, entre outros sintomas.

A Resolução RDC nº 54/00-MS diz que quando uma água contiver mais de 200 mgL⁻¹ de sódio, deverá conter no rótulo a seguinte informação: “ Contém Sódio”. Já segundo a portaria nº 2.914/2011- MS o valor máximo permitido (VMP) é de 200 mgL⁻¹.

m) Zinco

O zinco é vital para muitas funções biológicas como resistência contra doenças, cicatrização de lesões, digestão, reprodução, crescimento físico, controle do diabetes, paladar e olfato. Mais de 300 enzimas do corpo humano precisam de zinco para funcionar adequadamente.

As principais fontes de zinco são carne vermelha, aves, peixes e frutos do mar. A absorção média diária de zinco pela ingestão de água é estimada em menos de 0,2 mg/dia. Segundo a Portaria 2.914/2011- MS o VMP é de 5mgL⁻¹.

3- METODOLOGIA

3.1- Coleta

Para a realização das determinações dos analitos de interesse foram coletadas três amostras de água mineral na Mineração Imbaíba de Águas Minerais Ltda em Seropédica-RJ, no mês de fevereiro. As amostras foram coletadas em três diferentes fontes, apresentadas nesse trabalho nas Figuras 9,10 e 11, a seguir.



Figura 9: Fonte 1. Fonte Nossa Senhora da Conceição.



Figura 10: Fonte 4.



Figura 11: Fonte 5. Fonte dos Príncipes.

Para a coleta foram utilizados seis frascos plásticos de 100 mL. Nas amostras destinadas a determinação de metais por ICP OES foram adicionados, com auxílio de pipeta automática, 90 μ L de HNO_3 (preservante) a cada 60 mL de amostra, como mostrado na Figura 12.



Figura 12: Material usado na coleta

As amostras coletadas foram transportadas em isopor com gelo para o laboratório e colocados em refrigerador, até que se realizassem todas as determinações.

3.2- Determinação Analítica

Neste trabalho para a determinação dos analitos: cloreto, fluoreto, fosfato, nitrato, nitrito, sulfato, alumínio, cálcio, ferro, magnésio, potássio, sódio e zinco foram utilizados métodos ópticos e cromatográficos. Os métodos mais comuns para a análise de amostras de água são eletroanalíticos, ópticos, volumétricos, e cromatográficos. (Rodier, 2005; Gonçalves, 2001; Nollet, 2000; Tonetto & Bonotto, 1999 apud Simões, 2008).

3.2.1- Cromatografia de íons (CI)

Historicamente a cromatografia (“escrever em cores”), foi utilizada pela primeira vez em 1903, por TSWEST, para separar substâncias coradas. Consiste em um conjunto de técnicas separativas em que se utilizam duas fases, uma estacionária (fixa) e outra móvel, através das quais se vão distribuindo os vários componentes da solução. (SIMÕES, 2008).

A utilização de métodos cromatográficos incluindo na análise de água é devido à rapidez, precisão e necessidade de pequena quantidade de amostra e ser pouco nocivo ao ambiente.

A cromatografia de íons se baseia na passagem de uma solução por uma coluna que contém uma resina de troca iônica (fase estacionária). A separação de íons ocorre por meio da troca iônica com grupos funcionais da resina.

Neste trabalho para a determinação das concentrações dos ânions cloreto, fosfato, fluoreto, nitrato, nitrito e sulfato utilizou-se um cromatógrafo de íons marca Dionex, modelo DX-80, mostrado na Figura 13.



Figura 13: Cromatógrafo de íons Dionex DX-80

As soluções padrões contendo os ânions a serem determinados, foram preparadas a partir do padrão Seven Anion Standard II da Dionex, com concentração de 1000 mgL^{-1} utilizando água ultrapura obtida de um sistema Milli-Q®.

3.2.2- Espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES)

As determinações de metais selecionados, Ca, Mg, Na, K, Zn, Fe e Al foram feitas utilizando-se um espectrômetro de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES), marca Thermo Scientific, modelo iCAP 6300, mostrado na Figura 14.



Figura 14: Espectrômetro de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente.

Os padrões contendo os citados metais foram geradas a partir de diluição de soluções-padrão estoque monoelementares SpecSol de concentração 1000 mgL^{-1} (Quimlab Química & Metrologia®, Jardim Califórnia, Jacareí, São Paulo, Brasil), até obtenção das concentrações desejadas utilizando água ultrapura obtida de um sistema Milli-Q®, modelo Direct 8 (Merck Millipore, Billerica, Massachusetts, EUA).

Foram construídas curvas analíticas (intensidade versus concentração) em comprimentos de onda diferentes para cada elemento químico de interesse, conforme Quadro 5, a fim de correlacionar as concentrações de alumínio, ferro, cálcio, magnésio, potássio, sódio e zinco nas amostras de água. As curvas analíticas para cada metal se encontram no ANEXO 1.

Elemento	Comprimento de onda (nm)
Alumínio	226,910
Ferro	259,940
Cálcio	317,933
Magnésio	279,079
Potássio	766,490
Sódio	588,995
Zinco	213,856

Quadro 5: Comprimentos de onda utilizados para análises dos elementos no ICP/OES.

3.3- Outras determinações

3.3.1- Temperatura

No momento da coleta mediu-se a temperatura da água de cada uma das fontes, utilizando um termômetro.

3.3.2- pH

Para a determinação de pH das amostras de água mineral utilizou-se um pHmetro digital de bancada marca BEL Engineering, modelo W3B (Monza, Itália), equipado com eletrodo combinado de vidro e sensor de temperatura Pt100 em eletrodo de aço inoxidável, mostrado na Figura 15.

A calibração do instrumento foi realizada utilizando soluções-tampão de pH igual a $6,86 \pm 0,02$ e $4,00 \pm 0,02$ da marca Êxodo Científica (Vila Real Continuação, Hortolândia, São Paulo) e todas as determinações foram realizadas à temperatura de 25°C .



Figura 15: Equipamento utilizado para medida de pH

3.3.3- Condutividade elétrica

As medidas de condutividade foram realizadas utilizando aparelho da marca Digimed, modelo DM-32, conforme Figura 16. A calibração foi feita com padrão de 12,89 mS/cm também da Digimed. Em seguida, foram feitas as medidas das amostras coletas em cada uma das fontes. Todas as determinações foram realizadas à temperatura de 25°C.



Figura 16: Equipamento utilizado para medida de condutividade.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1- Cromatografia de íons (IC)

O Quadro 5 a seguir mostra os resultados encontrados para nas determinações dos íons utilizando a técnica de cromatografia de íons (IC).

Amostras	Cl ⁻	F ⁻	PO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	SO ₄ ²⁻
F1	2,08	0,864	0,025	0,220	<0,02	1,52
F4	1,92	0,181	0,013	0,204	<0,02	1,88
F5	1,24	1,03	0,088	0,213	<0,02	2,62

Quadro 6: Resultados Cromatografia de Íons

De acordo com a Portaria nº 2.914/11- MS e RDC nº 274/05 ⁽²⁾:

Parâmetro	VMP (mgL ⁻¹)
Cloreto	250
Fluoreto	1,5
Fosfato	0,025
Nitrato	50 ⁽²⁾
Nitrito	0,02 ⁽²⁾
Sulfato	250

Quadro 7: Valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/2011-MS e RDC nº 274/05.

Considerações:

- a) Cloreto: Na amostra coletada na Fonte 1 não foi observada a presença de íon cloreto, o que não compromete a sua potabilidade e qualidade. Já nas fontes 4 e 5, a concentração do íon foi baixa se comparada aos valores da legislação. Esse resultado caracteriza que as amostras de água coletadas não sofrem influência salina. É interessante destacar que o

baixo teor de cloreto confere a água um gosto mais leve. Já altos índices podem trazer restrições, pois provoca sabor “salgado” na água.

- b) Fluoreto: Os fluoretos, apesar de sua grande importância, apresentam concentrações baixas em água mineral, variando de 0,1 a 2,0 mgL⁻¹. De acordo com os resultados obtidos, ambas as águas coletadas possuem fluoreto em sua composição. Sendo a fonte 4 a de menor concentração deste elemento, 0,181 mgL⁻¹. A fonte 5 apresenta o maior concentração de flúor, com um valor de 1,03 mgL⁻¹, valor considerado dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Importante ressaltar que altas concentrações do componente podem causar danos aos dentes, principalmente em crianças na primeira fase da dentição.

Esses resultados classificam as águas minerais coletadas como água mineral fluoretada, pois apresentam concentrações de fluoreto superiores a 0,1 mgL⁻¹.

- c) Fosfato: Os teores de fosfato presente nas três amostras coletadas estão abaixo do valor máximo permitido pela Resolução nº 357/05- CONAMA (0,025 mgL⁻¹). Observa-se que na Fonte 1, está no limite desse valor. Já nas Fontes 4 e 5, esse valor apresenta um decréscimo. O fosfato é importante para o desenvolvimento e endurecimento de ossos e dentes, as baixas concentrações de fosfato na água não interferem nesse processo.
- d) Nitrato: A concentração de nitrato encontrado nas águas coletadas são muito inferiores ao valor máximo referido pela Legislação. Altos níveis de nitrato indicam certo grau de poluição proveniente de fezes humanas, animais (pecuária) e fertilizantes. A baixa concentração de nitrato é um indicativo de pureza da água, desta forma as amostras coletadas na Mineração Imbaíba apresentam alto grau de pureza, visto que os valores encontrados estão bem abaixo do VMP.

Segundo Biswas (1990), apud Foppa, a água subterrânea não contaminada apresenta geralmente teores de nitrato menores do que 3 mgL⁻¹, o que nos mostra que as águas coletadas estão livres de contaminação. Segundo dados da OMS a exposição de humanos a nitrito e nitratos aumenta o risco de câncer.

- e) Nitrito: A concentração de nitrito foi menor que o limite de detecção do método utilizado, nas três fontes de coleta. Por se tratar de um agente poluidor de águas naturais, concentrações muito baixas, significam que as águas coletadas não contém bactérias que representam riscos à saúde de humanos.
- f) Sulfato: É sabido que o alto teor de sulfato confere as águas odor fétido, paladar ruim e ação laxativa, sendo o VMP para esse íon é de 250 mgL^{-1} . Os resultados obtidos demonstram que um valor muito inferior.

4.2- Espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES)

O Quadro 8 a seguir mostra os resultados encontrados para nas determinações dos metais utilizando a técnica de espectrometria de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado.

Amostras	Al	Ca	Fe	K	Mg	Na	Zn
F1	0,033	1,64	< 0,030	2,96	0,855	10,4	< 0,015
F4	0,048	0,760	< 0,030	1,73	0,608	6,90	< 0,015
F5	0,047	1,30	< 0,030	1,68	0,646	10,9	< 0,015

Quadro 8: Resultado dos metais encontrados nas amostras F1, F4 e F5. Valores em mgL^{-1} .

De acordo com a Portaria nº 2.914/2011- MS:

Parâmetro	VMP (mgL ⁻¹)
Alumínio	0,2
Cálcio	500
Ferro	0,3
Magnésio	500
Sódio	200
Potássio	---
Zinco	5

Quadro 9: Valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/2011- MS.

Considerações:

- Alumínio: A presença de alumínio foi detectada em ambas as amostras, com concentrações inferiores ao valor máximo permitido pela legislação que é 0,2mgL⁻¹.
- Cálcio: Em ambas as fontes detectou-se a presença deste elemento. Os valores encontrados nas três fontes, estão muito inferiores ao valor máximo permitido pela legislação, que é de 500mgL⁻¹. O conteúdo de cálcio da água mineral contribui para o bom funcionamento do organismo
- Ferro: A concentração de ferro em ambas as amostras foi menor que o limite de detecção do método utilizado, que é de 0,030 mgL⁻¹. Isso significa que nas amostras coletadas o VMP estabelecido pela Portaria não foi ultrapassado.

d) Magnésio: Os resultados obtidos, 0,855; 0,608 e 0,646 mgL^{-1} mostram baixas concentrações de magnésio na água mineral de ambas de fontes. Isso pode ser explicado pelo fato de as águas minerais no Brasil serem pobres em magnésio, devido às características do nosso solo e rochas.

e) Sódio: De acordo com os resultados obtidos, 1,64; 0,760 e 1,30 mgL^{-1} , ambas as fontes apresentam um teor de sódio bem inferior ao máximo permitido pela legislação, que é 200 mgL^{-1} .

Um baixo teor de sódio confere a água um sabor mais leve, já altos índices conferem um gosto levemente salgado. Em baixa concentração, o sódio repõe a perda de água no organismo e facilita a transmissão nervosa. Águas minerais com baixo teor de sódio são indicadas para pessoas que necessitem de uma dieta pobre deste elemento, é o caso de hipertensos, gestantes e cardiopatas, para essas pessoas o indicado é consumir água com menos de 20 mgL^{-1} , valores acima disso podem ser prejudiciais.

f) Potássio: Apesar de não ter seu VMP determinado pela legislação brasileira, relacionada águas minerais, sabe-se que ele está presente nas águas minerais em baixo teor, pois este elemento é fixado pelas argilas e absorvido pelos vegetais. As três amostras possuem potássio em sua composição, na fonte 1 tem-se 2,96 mgL^{-1} , fonte 4 tem-se 1,73 mgL^{-1} e na fonte 5 tem-se 1,68 mgL^{-1} .

g) Zinco: Em todas as amostras o teor de zinco foi menor que o limite de detecção do método utilizado, que é de 0,015 mgL^{-1} . Em quantidades adequadas é um elemento essencial e benéfico para o metabolismo humano, sendo que a atividade da insulina e diversos compostos enzimáticos dependem da sua presença. Apesar de ser um elemento essencial para muitas funções biológicas, em altas concentrações confere sabor à água, o que não acontece nas águas coletadas na Mineração Imbaíba.

4.3- Temperatura

No dia em que foram realizadas as coletas, a temperatura ambiente estava em torno de 37°C, o que nos leva a concluir que a temperatura das amostras coletadas eram inferiores a do ambiente, o que caracteriza que as fontes são de água subterrânea.

A temperatura da água coletada em cada uma das fontes está mostrada no Quadro 8 a seguir.

Amostra	Temperatura (°C)
F1	25,2
F2	27,0
F3	25,0

Quadro 10: Valores de temperaturas das amostras coletas

De acordo com o Código de Águas Minerais Decreto N° Lei 7841/45 são classificadas quanto à sua temperatura como:

TIPO DE FONTE	TEMPERATURA
Frias	Inferior a 25°C
Hipotermiais	Entre 25 e 33°C
Mesotermiais	Entre 33 e 36°C
Isotermiais	Entre 36 e 38°C
Hipertermiais	Superior à 38°C

Quadro 11: Classificação das fontes de água mineral quanto à temperatura

Desta forma, as fontes em que foram coletadas as amostras são classificadas como fontes hipotermiais.

4.4- pH

O pH varia de acordo com o contato da água com rochas e minerais de diferentes composições, justificando os valores obtidos para as amostras coletadas nas fontes 1, 4 e 5.

Amostra	pH (25°C)
F1	5,90
F4	5,42
F5	6,04

Quadro 12: Valores de pH das amostras coletadas

Entretanto, estes valores estão coerentes com os apresentados no laudo do LAMIN-DNPM realizado em 2006. Observa-se que a água mineral das fontes é classificada como levemente ácida.

4.5- Condutividade elétrica

As legislações vigentes não estipulam valor máximo permitido para esse parâmetro, mas águas naturais apresentam, em geral, condutividade elétrica na faixa de 10-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade é um parâmetro importante, pois em águas provindas de ambientes poluídos, seja por esgoto doméstico ou industriais, pode chegar até a 1000 μScm^{-1} . Como apresentado no Quadro 12, os valores demonstram que as águas coletadas na Mineração Imbaíba estão livres de eventual poluição.

Fonte	Condutividade (μScm^{-1})
F1	71,70
F4	51,94
F5	68,15

Quadro 13: Valores de condutividade das amostras coletadas.

5-CONCLUSÃO

No século XVII, a água mineral era utilizada para banhos termais, pois acreditava-se em seu poder medicinal e nas suas funções terapêuticas, que são comprovadas pela crenologia. No Brasil, essa cultura de utilização de água mineral permaneceu até a década de 70, quando se deu início o envase do produto com a finalidade de ingestão de um produto potável.

Com o passar dos anos, nota-se um crescimento no consumo de água mineral. Esse fato está relacionado com a poluição das águas superficiais (rios, barragens e represas), exigindo investimento e controle da qualidade da água disponibilizada pelas redes públicas. Outro fator que impulsionou esse crescimento é que beber água mineral tem forte contribuição para a saúde, devido à presença de minerais importantes para o ser humano.

Através do estudo da história da arte, pode-se observar que citado aumento do consumo de água mineral é uma tendência no cenário mundial. No Brasil, o consumo de água mineral tem crescido rapidamente, acompanhando esta tendência. Em 2008, o país foi o 4º maior consumidor, ficando atrás dos Estados Unidos, México e China. A região Sudeste é responsável pela maior produção de água mineral, sendo o Estado de São Paulo o principal envasador/produtor. Já o Estado do Rio de Janeiro ocupa o 3º no *ranking*. Vale ressaltar que os garrafões de 20L representam, hoje, a maior parcela de produção e consumo no cenário nacional.

Pode-se concluir também, que as águas minerais são diferentes em sua composição, dependendo das rochas e minerais por onde percolam, ou seja, o processo de mineralização nunca ocorre da mesma forma, o que confere as águas chamadas de minerais diferentes composições físico-químicas.

As águas das fontes estudadas são classificadas como água mineral natural fluoretada, de fonte hipotermal, os resultados obtidos concordam com os apresentados pelo laudo de análise do LAMIN (Anexo 2). Portanto, com base nos resultados, pode-se concluir que a água das fontes da Mineração Imbaíba é extremamente pura, apresentando uma concentração de minerais em conformidade com as legislações vigentes.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABINAM. A água e seus significados. Disponível em

http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=59&furl= acessado em 17 de fevereiro de 2013 às 14:26h.

Água Bonafont chega discretamente ao mercado, mas promete expansão. **REVISTA ÁGUA & VIDA**. São Paulo, ano 12, n.55, 2009.

Água Mineral lidera ranking de vendas no 1º bimestre de 2011. **Revista água e vida**. De 09 de fevereiro de 2012.

Água Mineral pode ser prejudicial a hipertensos. Disponível em

<http://www.plox.com.br/caderno/ciencia-e-saude/agua-mineral-pode-ser-prejudicial-a-hipertensos> acessado em 13 de março de 2013, às 13:07h.

A história da Água Mineral. Disponível em <http://www.originemineral.com/portal/saibamais.php> acessado 19 de fevereiro de 2013 às 21:34h.

A Origem da Água Mineral. Ambiente Água. Disponível em

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_mineral/a_origem_da_agua_mineral.html acessado em 20 de fevereiro de 2013 às 13:32h.

Água mineral e água de mesa. Disponível em <http://geologiablog.wordpress.com/2012/06/29/agua-mineral-e-agua-de-mesa/> acessado 19 de fevereiro de 2013 às 19:32h.

A Água Mineral no Brasil. Por Ass. Imprensa / ACE-Guarulhos • Publicado em 02/04/2006 00:49:36. Disponível em <http://www.aceguarulhos.com.br/content.php?m=20060402004936> acessado em 31/01 às 16:23h.

Água Mineral. Disponível em

http://www.acquarella.com.br/ACQ/%C3%A1gua_mineral/%C3%A1gua_mineral.htm acessado em 04 de março de 2013, às 15:54h.

A importância do Magnésio na água Disponível em

http://www.acqualivesul.com.br/acqualive/index.php?option=com_content&view=article&id=50:a-agua-ideal-para-nosso-consumo&catid=10:artigos&Itemid=85 acessado em 13 de março de 2013, às 13:04h.

A má distribuição da água no Brasil. Disponível em

<http://www.reporterbrasil.org.br/exibe.php?id=239> acessado em 01 dezembro de 2012, às 09:23h.

Água no Brasil e no mundo. Disponível em <http://www.educacao.cc/ambiental/agua-no-brasil-e-no-mundo/> acessado em 18 março de 2013, às 18:53h.

Águas Subterrâneas. **Revista Brasil Escola**.

Água da torneira é contaminada em 16 capitais brasileiras. **REVISTA ÁGUA & VIDA**. São Paulo, ano 13, n.73, 2013.

ALVES, Maria da Glória; et al. Qualidade das águas de poços rasos provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ).

ARAÚJO, Robson Esdras Dantas de. Análise Cromatográfica de Íons e Monitoramento de Nitrato das Águas de abastecimento da UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte: 2008.

ABAS. Águas Subterrâneas. Disponível em <http://www.abas.org/educacao.php> , acessado em 19/02/2013 às 21:07h.

Bacia hidrográfica. Disponível em <http://www.infoescola.com/hidrografia/bacia-hidrografica/> acessado 20 de fevereiro de 2013 às 19:45h.

BASTOS, José Roberto de M.; *et al.* Concentração de flúor em água mineral engarrafada e de fontes naturais das cidades de Lindóia, Águas de Lindóia e Serra Negra, Brasil. *Passo Fundo*, v. 6, n. 1, p. 15-19, jan./jun. 2001.

BARROS, Fernanda Genes Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e para o mundo. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento regional (G&DR).| Taubaté, SP, Brasil v. 4, n. 1, p. 75-108, jan-abr/2008.

BRASIL. Leis e Decretos. Código de Águas Minerais: Decreto lei n. 7841 de 8 de ago.1945. Diário Oficial da União, 20 ago. p.194, 1945.

_____. Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura. Gestão da água no Brasil. Brasília, 2001.

_____. Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico para Águas Envasadas e Gelo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de set. 2005.

_____. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 de mar. 2004.

_____. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 de dez. 2011.

_____. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 de mar. 2005.

_____. Portaria nº 388, de 19 de setembro de 2008 do Departamento Nacional de Produção Mineral. Disciplina o uso das embalagens plástico garrafão retornável, destinadas ao envasamento e comercialização de água mineral e potável de mesa e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de set. 2008.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Água Mineral. **Sumário Mineral 2010.**

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral Água Mineral (DNPM). **Sumário Mineral 2011.**

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral Água Mineral (DNPM). Água Mineral. **Sumário Mineral 2012.**

_____. Empresa Brasileira de Pesquisa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Manual de Procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo, PR-2011.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil- Informe 2012. Brasília-DF, 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. Relatório Técnico 57. Perfil da Água Mineral. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM. Agosto de 2009.

_____. Departamento de Recursos Minerais. Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Panorama Mineral do Rio de Janeiro, 2012. Fevereiro de 2013.

_____. Ministério da Saúde. Vigilância e Controle da Qualidade da água para consumo humano. Brasília-DF, 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Águas Subterrâneas. Brasília- DF, 2001.

BRUNI, José Carlos. A água e a vida. Tempo Social; Rev. Sociol. USP, S. Paulo, 5(1-2): 53-65, 1993 (editado em nov. 1994).

CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; SANTOS, Sylvana Melo dos. Considerações sobre indicadores de sustentabilidade na exploração de água subterrânea. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

CARVALHO, Darliane Rocha; FORTUNATO, Juliana Nogueira; VILELA, Anderson Ferreira. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da Água de um campus universitário de Ipatinga – MG. Revista Digital de Nutrição. V. 3, n. 5, p. 417-427, ago./dez. 2009.

Cohen, J.J.: Disorders of potassium balance. Hospital Practice, 14:119, 1979.

Crenologia- A água como auxiliar terapêutico. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1405&sid=129> acessado em 04 de abril de 2013, às 19:37h.

Determinação da Condutividade. Disponível em http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Biblioteca_Detalhe.aspx?codigo=392 acessado em 31 de março de 2013, às 18:26h.

Distribuição das Águas. Disponível em <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-agua/distribuicao-da-agua.php> acessado em 01 dezembro de 2012, às 10:53h.

Dúvidas. Disponível em <http://www.bioleve.com.br/perguntas-frequentes.php> acessado em 13 de março de 2013, às 12:55h.

FOPPA, C.C; *et al.* Avaliação da qualidade da água subterrânea e mobilização social: em busca da gestão participativa do uso da água (Praia de Taquaras, Balneário Camboriú/SC). XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

GINÉ, Maria Fernanda. Espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente. Universidade de São Paulo.

GONÇALVES, Rosana Simões dos Santos; MONTEIRO, Maria Inês Couto; CARNEIRO, Manuel Castro. Determinação de nitrogênio em solos utilizando método kjeldahl e cromatografia iônica. **I Jornada do Programa de Capacitação Interna – CETEM.**

GUERRA, Cristiano Kasper. Influências no consumo de água mineral em Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

Henry Cavendish. Disponível em <http://www.chemistryexplained.com/Bo-Ce/Cavendish-Henry.html> acessado em 20 de março de 2013 às 23:44h.

KLEIN, Elissandro Jair; *et al*; Quantificação de ferro em água mineral, de torneira e destilada através de espectrofotometria UV-VIS. Universidade Tecnológica do Paraná, 2011. Anais do III ENDICT –Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica.

LIMA, Camila Carvalho. Industrialização da água mineral. Universidade Católica de Goiás. Departamento de Matemática e Física. Engenharia de Alimentos. Nov.2003.

LORENTZ, Juliana Ferreira; MENDES, Paulo André Barros. A água e sua distribuição espacial. GTAGUAS- A revista das águas. Disponível em <http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-11/materias/a-agua-e-sua-distribuicao-espacial>, acessado em 29/01/2013 às 16:30h.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. Águas & Águas. Belo Horizonte- MG, 2007.

MARENGO, José Antônio. Águas e mudanças climáticas. Estudos Avançados. Estud. av. vol. 22 n.63 São Paulo 2008.

Mercado Consumidor de Água Mineral. Ambiente Água. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_mineral/mercado_consumidor_de_agua_mineral.html acessado em 17 de fevereiro de 2013 às 15:32h.

MOURA, L.R.C; *et al*. O comportamento de compra e a percepção dos atributos da água mineral pelos consumidores. **PERSPECTIVA**, Erechim. V. 35, n.130, p. 97-112, junho/2011.

PEREIRA, Fabiana; *et al*. Análise da qualidade e do armazenamento da água consumida na antiga escola agrícola de Ceará-Mirim/RN. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa - PB - 2007

População mundial vai passar dos nove bilhões de indivíduos em 2050. Revista Abril. Disponível em <http://www.abril.com.br/noticias/mundo/populacao-mundial-vai-passar-nove-bilhoes-individuos-2050-427163.shtml> acessado em 20 de março de 2013 às 20:29h.

O mercado de 7 bi de litros. **REVISTA ÁGUA & VIDA**. São Paulo, ano 12, n.55, 2009.

Physical-chemical analysis of mineral water sold in Campina Grande-PB. **Revista Verde**, v.4, n.3, julho/setembro 2009.

Produção de Água Mineral nas Regiões Brasileiras. **Ambiente Água**. Disponível em http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_mineral/producao_de_agua_mineral_nas_regioes_brasileiras.html acessado em 20 de fevereiro de 2013 às 13:38h.

Qual o tipo de água mineral é mais indicado para você? Disponível em <http://www.minhavidade.com.br/saude/galerias/11043-qual-o-tipo-de-agua-mineral-e-mais-indicado-para-voce> acessado em 13 de março de 2013, às 12:25h.

Quase metade da população mundial viverá em áreas com grande escassez de água até 2030, alerta ONU. Disponível em <http://www.onu.org.br/quase-metade-da-populacao-mundial-vivera-em-areas-com-grande-escassez-de-agua-ate-2030-alerta-onu/> acessado em 20 de março de 2013, às 20:56h.

QUEIROZ, Emanuel Teixeira de. Diagnóstico das águas minerais e potáveis de mesa do Brasil. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

Química das águas subterrâneas. <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm> acessado em 18 março de 2013, às 18:59h.

RAMIRES, Irene. Avaliação da concentração de flúor e do consumo de água mineral. **Rev. Saúde Pública**, 2004.

RAMOS, Luiz Antônio; CAVALHEIRO, Carla Cristina Schmitt e Gomes Éder Tadeu. Determinação de nitrito em águas utilizando extrato de flores. **Química Nova**. Vol.29 n.º5. São Paulo: set/out. 2006.

REBELO M. A. P.; ARAUJO, N. C. Águas Minerais de algumas fontes brasileiras. **Revista da Associação Médica Brasileira**. vol.45 n.3 São Paulo July/Sept. 1999.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 1999.

SEITZ, Frederick. Henry Cavendish: The Catalyst for the Chemical Revolution. The Rockefeller University, New York. **PROCEEDINGS OF THE AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY** .VOL. 148, NO. 2, JUNE 2004.

SIMÕES, Manuela. Métodos cromatográficos, volumétricos e potenciométricos para análise química quantitativa de água subterrânea e sua aplicação no aquífero cenozóico da bacia do baixo Tejo, Portugal. **Geociênc.** (São Paulo) v.27 n.2 São Paulo abr./jun. 2008.

Situação dos recursos hídricos no Brasil. Disponível em http://www.sanasa.com.br/noticias/not_con3.asp?par_nrod=587&flag=PC-2 acessado em 18 março de 2013, às 17:09h.

TOMASONI, Marco Antônio; PINTO Josefa Eliane de Siqueira; SILVA, Heraldo Peixoto da. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **GeoTextos**, vol. 5, n. 2, dez 2009.

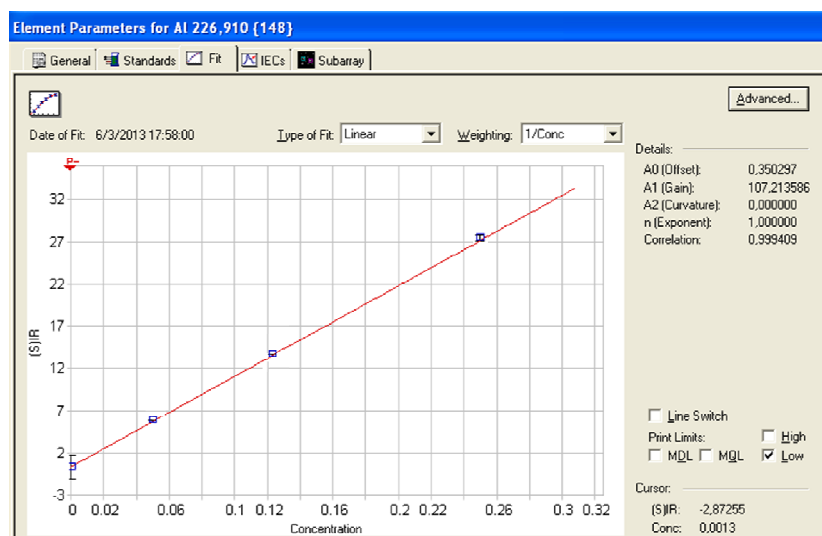
VAITSMAN, Delmo; VAITSMAN, Mauro. Água Mineral. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2005.

VELEZ, Wilton Maia. Diagnóstico da qualidade da água utilizada em Campina Grande antes e após tratamento pela companhia de água e esgoto da Paraíba – Cagepa. XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba.

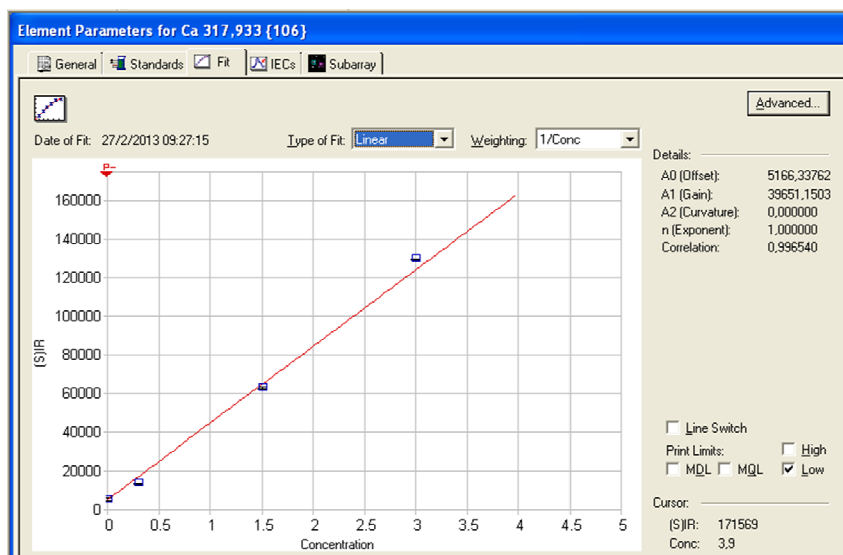
Zinco e a Saúde. Disponível em <http://www.icz.org.br/zinco-saude.php> acessado em 17 de março de 2013, às 10:53h.

ANEXO 1

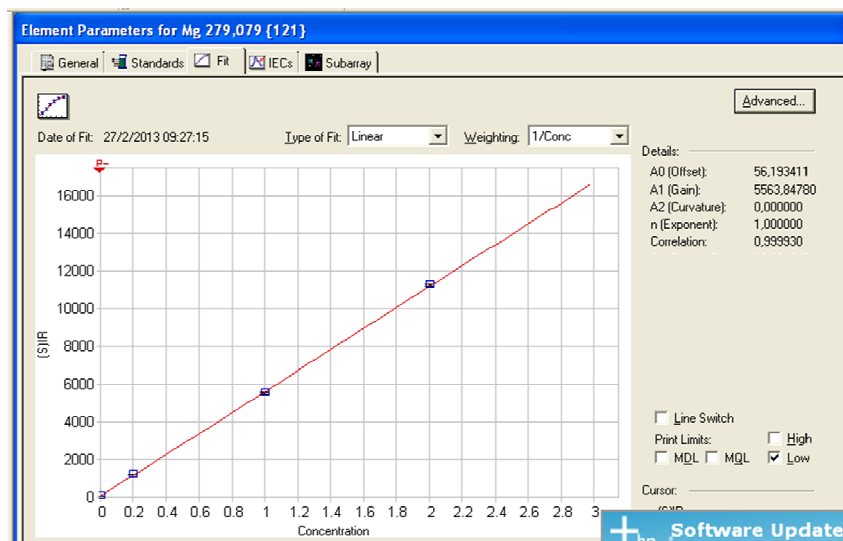
ALUMÍNIO



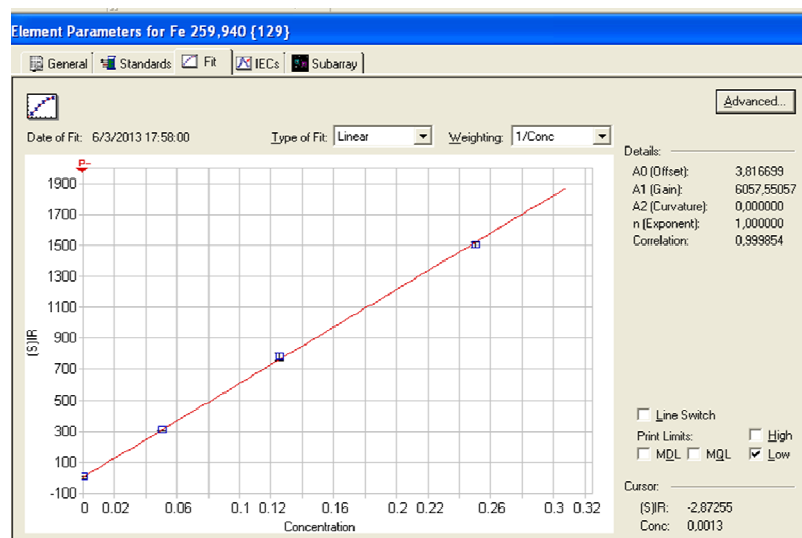
CÁLCIO



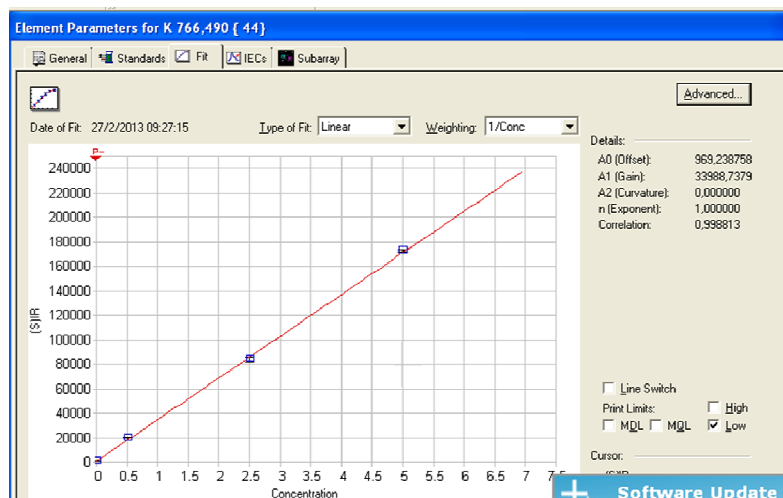
MAGNÉSIO



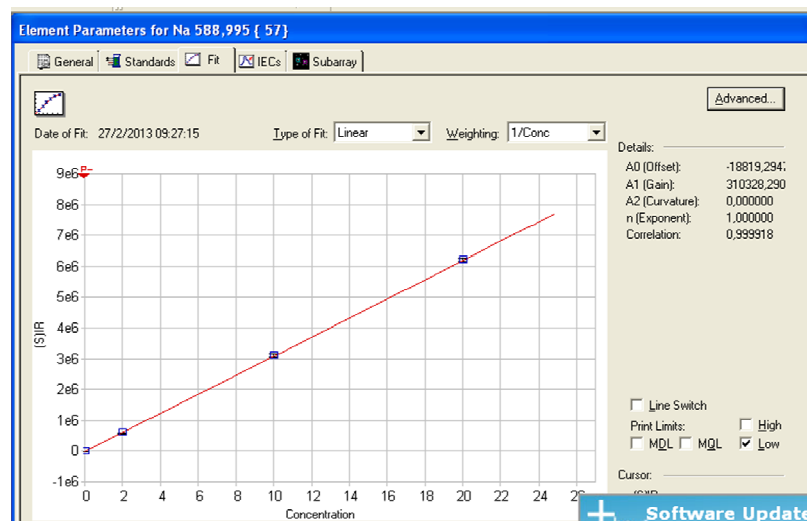
FERRO



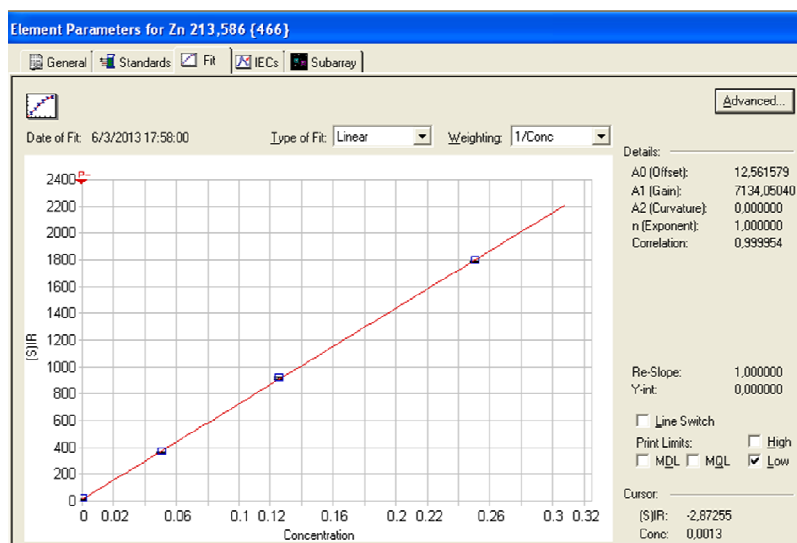
POTÁSSIO



SÓDIO



ZINCO



ANEXO 2

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS ÁGUAS MINERAIS IMBAIBA

DNPM Nº 890.074/89

FONTE NA DATA DA CONDIÇÃO		FONTE DOS PRINCÍPIOS (P-03-RRR)	
BOLETIM 422/I - LAMIN/06, DE 05/05/2006 - LAMIN/CPRM		BOLETIM 423/LAMIN/06, DE 05/05/06 - LAMIN/ CPRM	
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (m g/L)			
Bário	0,078	Bário	0,026
Estrôncio	0,016	Estrôncio	0,011
Cálcio	1,29	Cálcio	0,83
Magnésio	0,72	Magnésio	0,49
Potássio	2,26	Potássio	1,23
Sódio	9,58	Sódio	12,20
Sulfato	4,2	Sulfato	6,6
Bicarbonato	16,56	Bicarbonato	17,76
Fluoreto	0,09	Fluoreto	0,21
Nitrato	1,8	Nitrato	3,2
Cloreto	7,57	Cloreto	5,19
		Borato	0,01
		Fosfato	0,4
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS			
pH a 25°C	5,88	pH a 25°C	6,01
Temperatura da Água na Fonte	27,1 °C	Temperatura da Água na Fonte	16,3°C
Condutividade Elétrica a 25°C	71,2µS/cm	Condutividade Elétrica a 25°C	72,4µS/cm
Resíduo de Evaporação a 180°C, calculado	54,76 mg/L	Resíduo de Evaporação a 180°C, calculado	67,99 mg/L
Radioatividade na Fonte a 20°C e 760 mm de Hg	5,14 Maches	Radioatividade na Fonte a 20°C e 760 mm de Hg	6,03 Maches
CLASSIFICAÇÃO			
Água Mineral Fluoretada, Fracamente Radioativa e Hipotermal na Fonte			